

No English titl available.

Patent Number: DE19636543
Publication date: 1997-03-13
Inventor(s): ZIMMERMANN LAURENT (FR)
Applicant(s): SAGEM (FR)
Requested Patent: ☐ DE19636543
Application: DE19961036543 19960909
Priority Number(s): FR19950010479 19950907
IPC Classification: H05K1/18; H05K3/34; G01P15/08; G01P15/14
EC Classification: G01L9/00D1, G01L9/00D2F, G01L9/00D6B, G01P15/08A,
Equivalents: ☐ FR2738705, ☐ GB2304903, NO963719

Abstract

An electromechanical sensor device, which may be e.g. of piezoelectric, piezoresistive, or capacitive type, comprises an active wafer 12 having a metallised connection level 30, and an electric connection wafer 10 bearing electric interconnecting tracks or levels 18,20,24. The levels or tracks on the two wafers are secured together by solder balls 26 and optionally a solder bead 28. A mechanical sensing element is cut in the active wafer. The device can be used to make a pressure sensor, gyrometer or accelerometer. As shown the wafer 12 is covered by a protective cap 14. Several devices may be formed on wafers which are then diced.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 36 543 A 1**

⑤1 Int. Cl. 8:
H 05 K 1/18
H 05 K 3/34
G 01 P 15/08
G 01 P 15/14

②1 Aktenzeichen: 196 36 543.0
②2 Anmeldetag: 9. 9. 96
④3 Offenlegungstag: 13. 3. 97

DE 196 36 543 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
07.09.95 FR 95 10479

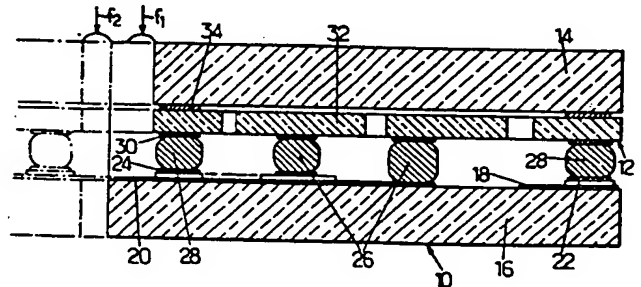
⑦1 Anmelder:
Sagem S.A., Paris, FR

⑦4 Vertreter:
Kirschner, K., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 81479 München

⑦2 Erfinder:
Zimmermann, Laurent, Montigny, FR

⑤4 Elektromechanische Meßwertaufnehmer und Verfahren zur Herstellung desselben

⑤7 Der Meßwertaufnehmer besteht aus einer Leiterplatte (10), die elektrische Leiterbahnen trägt, und einer aktiven Platte (12). Aus der aktiven Platte ist ein mechanischer Meßwertaufnehmer ausgeschnitten, der eine Metallisierung (30) mit einem Niveau zur Verbindung aufweist. Die Leiterbahnen und die Metallisierung mit einem Niveau sind durch punktuelle Kontaktkugeln und eventuell einer Litze aus einem elektrischen Leitungslötmaterial zusammengefügt. Dieser Meßwertaufnehmer kann ein Gyrometer oder ein Beschleunigungsmesser darstellen.



DE 196 36 543 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen elektromechanischen Meßwertaufnehmer, im allgemeinen eine Miniaturisierung, der aus einer Platte geschnitten ist, die mit elektrischen Verbindungsbahnen ausgestattet ist, welche zum Transportieren der Meßsignale dienen. Sie ist auf Vorrichtungen zum Messen von physikalischen Parametern anwendbar, die zum Erzeugen von Spannungen und Deformationen in einem aktiven Teil des Meßwertaufnehmers geeignet sind. Man kann insbesondere Vorrichtungen zum Messen des Druckes, der Beschleunigung und der Drehgeschwindigkeit anführen, die für Fahrzeuge benutzt werden.

Es sind bereits Meßwertaufnehmer bekannt, die zum einen aus einer aktiven Platte, aus welcher ein mechanischer Meßwertaufnehmer herausgearbeitet ist und auf welchem die Verbindungsbahnen angeordnet sind, und zum anderen aus einer Platte, die die elektrischen Verbindungen und die Ausgangsverbindungsbe-
20 reiche trägt, welchen man als "passiv" bezeichnen kann, bestehen. Die elektrischen Verbindungen zwischen den Platten und der Zusammenhalt der Platten untereinander, insbesondere, wenn der Zwischenraum zwischen den Platten wasserdicht sein soll, werden durch unterschiedliche Techniken, die eine Abdichtung liefern, realisiert.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen verkleinerbaren Meßwertaufnehmer zu liefern, der besser anspricht, als die bekannten Meßwertaufnehmer. Der erfindungsgemäße Meßwertaufnehmer soll insbesondere in einer einfachen Form und mit größerer Ausbeute und höherem Ertrag bei der Herstellung zu verwirklichen sein.

Zur Lösung dieser Aufgabe dient erfindungsgemäß ein elektromechanischer Meßwertaufnehmer nach Anspruch 1.

Für gewöhnlich enthält eine Leiterplatte elektrische Leiterbahnen auf einem Substrat in Form einer ersten Leiterschicht, die die Anschlußstellen bildet, und einer zweiten Leiterschicht, die mit Abstand vor der ersten angeordnet und von dieser durch eine dielektrische Schicht von der Leiterbahn getrennt ist. Die erste Leiterschicht kann so durch die dielektrische Schicht von der Leiterbahn getrennt werden und das Bilden der Anschlußstellen auf einem Teil der Leiterplatte, welche aus der aktiven Platte herausragt, wird ermöglicht.

Häufig ist die Litze als Abdichtung zwischen einem Volumen, das den mechanischen Meßwertaufnehmer enthält und dem Äußeren vorgesehen. In einem anderen Fall, wie der einer Druckmeßvorrichtung, ist ein Durchgang in der Litze oder in einer der Platten vorgesehen.

Der Meßwertaufnehmer kann durch ein Schutzabdeckhaube nach außen geschützt werden, wobei diese auf dem aktiven Platte, zum Beispiel mit Hilfe eines Klebers, angeordnet wird.

Das Substrat für die Leiterbahnen kann aus verschiedenen Materialien, wie zum Beispiel aus monokristallinem Silizium, aus Keramik, aus Glas, das gegen die beim Zusammenfügen des Aufnehmers herrschenden Temperaturen widerstandsfähig ist, bestehen. Die Platte kann sogar eine integrierte Schaltung für spezielle Anwendungen, oder ASIC darstellen.

Die Erfindung ist ferner auf ein Verfahren zur Herstellung eines Meßwertaufnehmers gerichtet, das eine gemeinsame Verwirklichung von einer großen Anzahl an Vorrichtungen auf einer Substratscheibe mit nachträglichem Trennen der Vorrichtungen ermöglicht.

Zur Lösung der Aufgabe dient das erfindungsgemäße

Verfahren gemäß Anspruch 8.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun anhand der beiliegenden Zeichnungen beschrieben, in welchen:

5 Fig. 1 eine Schnittansicht ist, in welcher ein Beschleunigungsmesser als Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt wird.

Fig. 2 ähnlich zu Fig. 1 einen Teil einer Vorrichtung zeigt, die einen Druckaufnehmer darstellt;

10 Fig. 3 eine Draufsicht mit teilweise freigelegter, aktiver Platte von einem Beschleunigungsmesser ist, der eine Ausführungsform darstellt;

Fig. 4 ähnlich wie Fig. 3, eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zeigt, die ein Schwingungsgyrometer darstellt.

Der Meßwertaufnehmer (Fig. 1) beinhaltet eine Leiterplatte 10 und eine aktive Platte 12, die durch eine Schutzabdeckhaube 14 abgedeckt werden. Die Leiterplatte 10 beinhaltet ein Substrat 16. Im Falle einer verkleinerten Vorrichtung ist dieses Substrat im allgemeinen aus monokristallinem Silizium. Gleichwohl sind auch andere Materialien anwendbar. Insbesondere kann man ein Substrat benutzen, das aus Quarz, bei der nötigen Löttemperatur widerstandsfähigem Glas bei der nötigen Löttemperatur, oder aus Keramiken besteht.
25 Um eine kleine Vorrichtung zu bauen, benutzt man im allgemeinen ein Substrat aus monokristallinem Silizium mit 500 bis 600 µm Dicke, das auf der Oberfläche einen isolierenden Oxidfilm hat.

Die Leiterplatte 10 der Ausführungsform von Fig. 1 umfaßt zwei Metallisierungsschichten. Die erste Schicht 18, welche durch eine zur Zeit übliche Technik, zum Beispiel durch Photolithographie, verwirklicht werden kann, umfaßt die Ausgangsstellen 20, die den Anschluß einer externen Schaltung erlauben. Sie hat einige µm an Dicke. Auf der ersten Schicht 18 bildet man eine dielektrische dünne Schicht 22, die aus einem Oxid oder einem Nitrid oder noch häufiger aus einem dielektrischen Harz, wie ein Polymid, bestehen kann. In der dielektrischen dünnen Schicht 22 werden danach Gravieren die Öffnungen freigelegt, die für eine Verbindung mit der zweiten Metallisierungsschicht oder mit den elektrischen Leiterbahnen, welche weiter unten beschrieben werden, bestimmt sind.

Die zweite Metallisierungsschicht 24 kann einen ähnlichen Aufbau zu der ersten haben. Diese Schicht 24 hat einige µm an Dicke. Um eine spätere Befestigung zu ermöglichen, hat sie einen Verbundaufbau. Sie kann insbesondere nacheinander Ablagerungen an Titan, Nickel und Gold von einigen µm an Dicke umfassen. Diese Zusammensetzung kann ebenfalls diejenige der Ersten sein. Die Ablagerung kann zum Beispiel durch Kathodenzerstäubung durchgeführt werden.

Nach der Maskierung mit einem Harz stellt man örtlich eine Schicht aus Lötmaterial her, die dann die elektrischen und mechanischen Verbindungen herstellt. Man kann insbesondere ein Abdeckungsharz benutzen, das die Funktion eines Lackes spielt, um die Bereiche zu begrenzen, wo das Lötmaterial abgelagert wird. Die Lötzusammensetzung kann ein normal erhältliches Lötzinnsinn sein und hat einen Schmelzpunkt in der Größenordnung von 200°C bis 300°C (Lötzinnslegierung 60/40 oder 95/5). Diese Zusammensetzung kann durch elektrolitische Ablagern abgelagert werden.

Die Kugeln 26 und die Litze 28, die dazu bestimmt sind, schließlich die Verbindungen sicher zustellen, werden durch das Aufheizen und Abkühlen der Lötung unter Vakuum, in einer reaktionslosen Atmosphäre oder in

einer leicht reduzierenden Atmosphäre aufgebaut (zum Beispiel in einer Atmosphäre von Stickstoff oder von N_2H_2). Die Oberflächenspannung des Abkühlens sichert die Form der Kugel oder der Litze.

Die Dicke der Ablagerung und die Gestalt der Basis der Stellen und der Litzen werden dergestalt ausgewählt, daß die Kugeln einen Durchmesser von 10 bis 100 μm haben, und daß die Litze 20 bis 30 μm an Dicke hat.

Man stellt getrennt die zweite Platte 12 her, die in der Fig. 1 in dem Zustand dargestellt ist, in dem sie sich nach maschineller Bearbeitung befindet. Diese Platte ist wie die vorhergehende mit einem Substrat aufgebaut, das je nach dem Effekt, den man ausnutzen will, unterschiedlich ist (zum Beispiel: Piezowiderstandseffekt, piezoelektrischer Effekt oder kapazitiver Effekt). Auf dem Substrat wird eine Metallisierungsschicht 30 durch einen Verfahren angeordnet, das das gleiche ist, wie das Verfahren, das für die Herstellung der Leiterplatte 10 verwendet wird.

Die zwei Platten 10 und 12 werden dann miteinander fluchtend verbunden. Dafür führt man vorher eine Oberflächenbehandlung durch, zum Beispiel Kathodenpulverisierung. Dann werden die zwei Platten in Kontakt gebracht und die Verbindung wird durch Erwärmen der Lötung bis zu der Schmelztemperatur und durch Abkühlen unter Vakuum, einer reaktionslosen Atmosphäre oder einer wenig reduzierenden Atmosphäre erreicht.

In dem Fall, der in Fig. 1 dargestellt ist, sind die Teile 32 vorragend dargestellt, wo die Verankerung durch eine oder mehrere Reihen von Kugeln verwirklicht ist. Die Aufteilung kann durch Lithografieverfahren mit anisotropischer Gravur, wie reaktive Ionengravur, bewirkt werden. Als Beispiel für realisierbare Anordnungen kann auf die französischen Patentanmeldungen Nr. 92 02782 und Nr. 95 08447 verwiesen werden.

Das Interessante der Anordnung, welche beschrieben wird, liegt darin, eine große Anzahl an Vorrichtungen auf den Substratplättchen, zum Beispiel Silizium, gemeinsam zu realisieren. Die weitere Verarbeitung der aktiven Platte (zum Beispiel durch Abschleifen bis auf einige Zehnerstellen von μm in der Dicke, dann chemisches Gravieren von der oberliegenden Vorderseite und/oder reaktives Ionengravieren) kann dann nach deren Einbau durchgeführt werden, der zu einer robusten Anordnung führt.

Wie es die Fig. 1 in strichpunktierter Linie zeigt, werden dann die Metallisierungs- und die Isolationsmuster in regelmäßigen Intervallen auf den Plättchen vor deren Zusammenbau und der Endaufteilung an der Säge wiederholt.

In diesem Fall kann ein Schutz der Vorrichtungen durch eine Abdeckhaube 14 notwendig sein. Die übereinanderliegend miteinander verbundenen Plättchen werden unter Berieselung mit entionisiertem Wasser geschnitten. Die Abstände zwischen den beweglichen Teilen und den festen Teilen sind gering und die Kapillarkräfte können im Verlauf einer späteren Trocknung die Zerstörung der aktiven Teile verursachen.

Dieses Risiko wird vorsorglich durch eine Platte vermieden, die die Abdeckhaube 14 bildet und durch Haftschichten 34 mit jedem Bereich der Platte verbunden ist, die dazu bestimmt ist, die Platten 12 zu bilden. Die Aufteilung kann darauf in zwei Phasen durchgeführt. Im Verlauf der ersten Phase erlaubt eine partielle Aufteilung gemäß der Pfeilrichtung f1 die Kontaktstellen 20 freizulegen. Eine zweite Aufteilung gemäß f2 quer durch

die Abdeckhaube und die zwei Plättchen erlaubt das Trennen der Vorrichtungen.

Die Fig. 2, in der die korrespondierenden Elemente mit denen in Fig. 1 mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet werden, zeigt einen Teil der Platten 10 und 12 von einer Vorrichtung, die einen Druckaufnehmer bildet.

In diesem Fall wird die aktive Platte 12 örtlich dünner gemacht, um eine deformierbare Membran 36 zu bilden. In diesem Fall unterwirft man die Platte vor der Gravur (oder das Plättchen gänzlich im Falle der gemeinsamen Herstellung) einem Abschleifen und einem mechanischen Polieren. Ein Polieren auf den zwei Vorderseiten ist im Falle der gemeinsamen Herstellung oft notwendig, um das Gravieren der Linienmarkierungen zu erlauben, die später ein relativ präzises Positionieren der Platten vor dem Zusammenfügen erlauben. Die dünne Membran 36 kann einmal durch das Reduzieren der Dicke der Platte 12 auf einige Zehn μm durch chemisches Gravieren der oberliegenden Teile oder durch reaktives Ionengravieren erreicht werden.

Das Fixieren der zwei Platten aufeinander wird, wie vorher beschrieben, erreicht. Jedoch wird von der Litze 28 eine Lücke 28 freigelassen, so daß ein Zugang für eine Atmosphäre bei Referenzdruck bleibt, wie es durch den Pfeil P gezeigt wird. Die Messung der Deformationen der Membran 36 kann durch bekannte Verfahren erreicht werden. Man kann insbesondere eine kapazitive Messung, Piezowiderstands- oder piezoelektrische Messungen benutzen.

In der Figur sind nur die Litze und eine Verbindungskugel dargestellt. Die anderen Verbindungen sind zwischen dem aktiven Element und den Ausgangsbereichen 20 auf dem Teil der Platte 10, welcher seitlich über die Platte 12 übersteht, vorgesehen.

Die Platten bestehen im allgemeinen aus einem Material oder Materialien, deren Ausdehnungskoeffizienten gleich sind, um Spannungen thermischen Ursprungs zu vermeiden.

Der Meßwertaufnehmer, der schematisch in der Fig. 3 dargestellt ist, ist zum Messen von Beschleunigungen, die sich in Richtung des Pfeiles F auswirken, bestimmt. In dieser Figur werden die Elemente, die mit denen der Fig. 1 korrespondieren, durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Die Leiterplatte 10 hat den Aufbau, der vorher beschrieben wurde. Vor dem Einbau der aktiven Platte werden die Niveaus der Metallisierungen, die Kugeln aus dem Lötmaterial 26 und die Litze 28 bestimmt. Die aktive Platte kann aus einem Plättchen aus monokristallinem Silizium, das die Standarddicke von 500 oder 600 μm hat, bestehen.

Diese Platte kann nach der Befestigung auf der Leiterplatte abgeschliffen und poliert werden, um ihre Dicke bis auf 10 bis 30 μm zu reduzieren. Die seismische Masse und ihre Verbindungsarme können durch Verfahren hergestellt werden, die schon für den Mikrobearbeitung von Silizium in allen seinen Dicken benutzt wurden, zum Beispiel durch Naßgravieren oder durch anisotropes Trockengravieren, was das Herstellen von senkrechten Flanken an den Vorderseiten erlaubt. Wenn Teile von der aktiven Platte von dem Rest der Platte getrennt werden, werden sie durch die Kugeln 26 stabilisiert.

In dem Fall, der in Fig. 3 dargestellt ist, enthält der Beschleunigungsmesser eine zentrale seismische Masse 38, die zwei seitliche Anordnungen aufweist, wobei die Masse einen Sockel für flexible Arme bildet, die durch

Ausschneiden gebildet werden. Ein solcher Aufbau wird nicht im Detail beschrieben, denn er wird für gewöhnlich benutzt, um einen Miniaturbeschleunigungsmesser zu bilden.

Der Meßwertaufnehmer, der schematisch in der Fig. 4 gezeigt ist, ist ein Vibrationsgyrometer. Die aktive Platte weist eine zentrale Befestigungsplatte 40 auf, die auf der Leiterplatte durch die Kugeln 26 befestigt ist. Die Platte 40 ist über ausgesägte Arme, die Aufhängungsfedern 42 bilden, mit der zylindrischen seismischen Masse 44 verbunden. Zusätzliche Kugeln 26, die auf der Peripherie angeordnet sind, sichern die Verbindung zwischen den Ausgängen 20 und den festangeordneten Detektions- und Anregungselektroden 46. In dem dargestellten Fall sind neun Ausgänge 20 vorgesehen. Acht Stellen korrespondieren mit den Umfangselektroden. Die neunte korrespondiert mit der Elektrode, die mit der Platte 40 verbunden ist.

Die Erfindung ermöglicht das Realisieren von Meßwertaufnehmern, die eine Platte haben, in welcher eine deformierbare Anordnung in der Ebene der Platte oder senkrecht zu der Ebene vorgesehen ist. Die aktive Platte kann einen Träger oder eine Membran aufweisen. Die Anordnung wird mechanisch verankert und elektrisch mit einer zweiten Platte, die ein Verbindungssubstrat bildet, verbunden und sie kann gänzlich vor der äußeren Umgebung geschützt werden, wobei die direkt zugänglichen elektrischen Kontakte geschützt sind.

Patentansprüche

1. Elektromechanischer Meßwertaufnehmer, gekennzeichnet durch:
eine Leiterplatte (10), die elektrische Leiterbahnen trägt;
eine aktive Platte (12), in welcher ein mechanischer Meßwertaufnehmer ausgeschnitten ist, der eine Metallisierung (30) mit einem Niveau zur Verbindung der Leiterplatte (10) aufweist;
Mittel zum elektrischen Verbinden und zum Zusammenfügen der zwei Platten, welche punktuelle Kontaktkugeln (26) und eine Litze (28) umfassen, die den mechanischen Meßwertaufnehmer und die Kugeln umgeben, und wobei die Litze und die Kugeln aus einem elektrischen Leitungslötmaterial bestehen.
2. Meßwertaufnehmer nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die aktive Platte (12) Dimensionen hat, die kleiner als die Leiterplatte (10) sind, um den Zugriff auf die elektrischen Ausgänge (20) zu ermöglichen, die auf der Leiterplatte vorgesehen sind.
3. Meßwertaufnehmer nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Platten ein Substrat aus einem monokristallinen Silizium, Quarz, keramischen Glas beinhalten, wobei die Leiterplatte ein integrierter Schaltkreis für spezielle Anwendungen aufweist.
4. Meßwertaufnehmer nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, daß elektrische Leiterbahnen der Leiterplatte (10) auf einem Substrat (16) ein erstes Verbindungsniveau, das die Ausgänge (20) bildet und ein zweites Verbindungsniveau, das von dem ersten durch eine dielektrische Zwischenschicht (22) getrennt ist, enthalten.
5. Meßwertaufnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Litze (28) zwischen den Vorderseiten in Bezug auf die Platten

angeordnet ist, und eine Abdichtung zwischen einem Volumen, das den mechanischen Meßwertaufnehmer enthält und dem Äußeren darstellt.

6. Meßwertaufnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß sie eine Abdeckhaube (14) zum Schutz gegen die Außenumgebung umfaßt, die auf der aktiven Platte (12) mit Hilfe eines Klebers (34) angebracht ist.

7. Meßwertaufnehmer nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet dadurch, daß die aktive Platte in einer Form geschnitten ist, um einen Beschleunigungsmesser oder ein Gyrometer zum Messen durch kapazitive Effekte, piezoelektrische oder piezowiderstands Effekte zu bilden.

8. Verfahren zur Herstellung eines elektromechanischen Meßwertaufnehmers, gekennzeichnet durch:
Bilden von elektrischen Leiterbahnen auf einem ersten Substrat (16) unter Bildung von wenigstens einem Verbindungsniveau, um eine Leiterplatte (10) herzustellen;

Herstellen einer aktiven Platte (12) auf einem zweiten Substrat und durch Anlagerung von einem Verbindungsniveau (30);

Anlagern auf der elektrischen Verbindungsplatte von Kugeln und einer Lötlitze an bestimmtem Stellen der Leiterplatte (10), um eine Verbindung mit der aktiven Platte (12) herzustellen;

Verbinden der Platten durch Aufheizen unter Vakuum oder einer reaktionslosen Atmosphäre oder einer reduktiven Atmosphäre und durch Abkühlen, um elektrische Verbindungen und Zusammenhalt zwischen den Platten zu schaffen;

Beenden der Gestaltung des mechanischen Meßwertaufnehmers.

9. Verfahren nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch Schleifen und Polieren der aktiven Platte (12), danach Befestigen der aktiven Platte (12) an der Leiterplatte (10).

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, gekennzeichnet durch das gemeinsame Erhalten mehrere Vorrichtungen durch gleichzeitiges Bilden der elektrischen Verbindungsbahnen der Leiterplatte (10) auf einem ersten Plättchen, auf dem die Kugeln und die Lötlitzen angelagert werden, die für den Zusammenhalt der Vorrichtung auf dem ersten Plättchen bestimmt sind, auf welchem das Verbindungsniveau der aktiven Platten korrespondierend mit dem zweiten Plättchen entsteht, und gemeinsames Bearbeiten der aktiven Platten vor dem Schneiden der Plättchen.

11. Verfahren nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch das Fixieren eines zusätzlichen Plättchens vor dem Trennen der Vorrichtung, das dazu bestimmt ist, Abdeckhauben (14) auf den zwei ersten Plättchen zu bilden, die schon miteinander fixiert sind, wobei der Stapel der Plättchen geschnitten wird, ohne daß das erste Plättchen angegriffen wird, wonach die Trennung der Vorrichtungen gänzlich beendet wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 2.

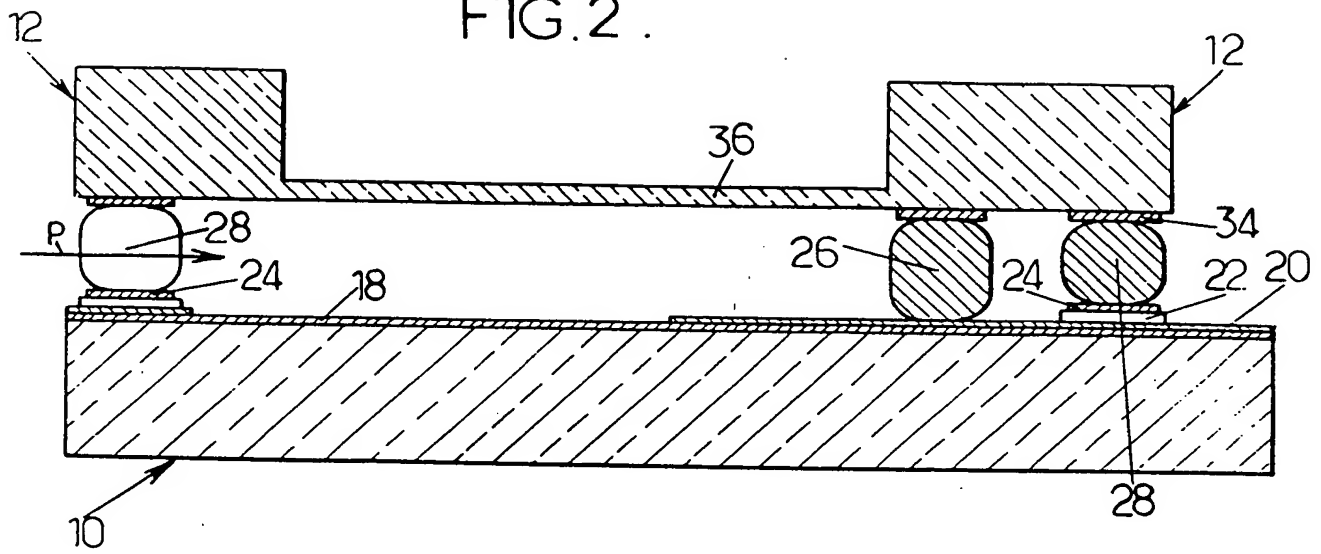


FIG. 4.

